

JP49011467

Patent number: JP49011467
Publication date: 1974-01-31
Inventor:
Applicant:
Classification:
- international:
- european:
Application number: JP19720053695 19720530
Priority number(s): JP19720053695 19720530

Report a data error here

Abstract not available for JP49011467

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(2000円)

特許庁長官

昭和47年5月30日

股

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 発明者

住所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

氏名

山本三郎

3. 特許出願人

住所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

名称 (504) シャープ株式会社

代表者 佐 伯 旭

4. 代理人

住所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

電話大阪(527)1222号

氏名 弁護士(8238) 福士 豊彦

通称先 電話(東京)262-4311 東京弁護士会所属

5. 添付書類の目録

- (1) 明 細 書 1 通
- (2) 図 面 1 通
- (3) 要 任 状 1 通

47 053693

① 日本国特許庁

公開特許公報

① 特開昭 49-11467

③ 公開日 昭49.(1974) 1.31

② 特願昭 47-53695

② 出願日 昭47.(1972) 5.30

審査請求 未請求 (全4頁)

庁内整理番号

⑤ 日本分類

6603 57
 7277 57
 7021 57
 7021 57
 6514 4A
 6723 41
 6727 41

996B 15
 996A 15
 996A 03
 996A 2
 1301D 22
 1540
 1550

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

三元系Ⅲ-V族化合物半導体で両性不純物を用いて多層構造半導体装置を得るにあつて、半導体基板上に被覆する膜厚の組成、成長炉の最高保層温度、初期冷却速度に依つて決定される両性不純物のP型反転温度の冷却速度依存性が、さらに膜厚中に添加する両性不純物の量に依り大きく変化する事を知つて、形成すべき半導体装置の特性に依つた条件を定めて、上記両性不純物のP型反転温度の冷却速度依存性の所定の特長を得て、膜厚中に依り交互にP型領域、P型領域の冷却速度を定めて成長炉の温度制御を行う事により所定温度でP型化合物を形成して多層構造半導体装置を得るようにした事を特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は三元系Ⅲ-V族化合物半導体を用いた

特長を有する多層構造半導体装置の製造方法に関する。

Ⅲ-V族化合物半導体装置を材料として、一回の成膜成法に依り半導体基板上にP型層を形成する従来の形成してなる多層構造半導体装置の製造法には、P型不純物及びD型不純物の両者を添加した膜厚を用いる方法がある。この方法は成膜液を順次コート等を用いて基板上に被覆し、その冷却速度を調節しながらエピタキシャル成長を形成するものである。

この時、上記両性不純物は、その温度及び冷却速度に依り異なる相転移係数を有し、そのため両者の相転移係数の相違を利用する事によって所定の電圧を有する層が形成される。

例えばGaAsを材料とする半導体装置の製造時には、P型不純物としてZnを、D型不純物としてTeを用い、両者の相転移係数の温度及び冷却速度に対する依存性に差異がある事を利用し、単一方向の電圧を有する不純物が形成される様な冷却速度を逐次基板上にP型層、

BEST AVAILABLE COPY

特開昭49-11467

一定した多層構造半導体装置が得られる。

これに対し、三元系Ⅲ-V族化合物半導体に於ては、P型反転温度曲線を得るための条件が複雑であつて、成膜を一面的に決定する事は可能ではない。

しかしながら、該組成時に於て成長条件の一部を固定する事に依り、両性不純物のP型反転温度(T_0)の温度(T)及び冷却速度(V_0)依存性が決定される。

本発明はかかる点に關して為されたものであつて、両性不純物のP型反転温度曲線を決定する要因を追究し、特異性よく多層構造半導体装置を作る様にした事を特徴とする。また三元系Ⅲ-V族化合物半導体でP型成膜を形成しこれにバイアス電圧を印加する事に依つて該半導体素子は増光するが、この時の増光成長は温度比に依存する。さらに結晶成長時に於ける温度比は成膜の温度によつて変化するものである。従つて増光半導体装置を形成しその増光成長を制御する為には、P型成膜形成時の温度と冷却速

度とを形成している。

しかしながらこの様な製造方法では、高温で安定した不純物を付与するのがひずみしく、従つて不純物濃度の制御が容易でない。即ち、上記P、T、V等の元素は高温で不安定であり蒸発しやすい為、一定濃度の成膜が得られにくく、従つて増光の一定した素子を再現性よく作る事は不可能である。

この様な欠点を解決するため、両性不純物としてⅢ族元素を添加した成膜を用い、該Ⅲ族元素がP型不純物あるいはP型不純物として優勢に働く条件を見出し、この条件に従つてP型の成膜制御を行い、多層構造の半導体装置を得る方法がすでに提案されている。この時Ⅲ族元素(内例えばI)がP型不純物からP型不純物へあるいはP型不純物からP型不純物へ反転する条件は、P型の温度及び冷却速度による。従つてP型の温度及び冷却速度に依つて一面的に決定されるP型反転温度曲線が得られ、成膜時に依つてP型を制御する事から、再現性よく特性の

なげればならない。本発明では、増光半導体装置の成膜をかなりの範囲で自由に選べる様に、P型成膜形成時の成膜制御を広くする様なP型反転温度曲線を得る要因を追究し、半導体装置の製造に對し最適な条件を導出すべく為されたものである。

即ち本発明では、半導体装置の成膜成長に關しその時の成長条件つまり基板上に被覆するためソースの組成、Pの最高保持温度(T_H)及び初期冷却速度(V_{00})を固定する事に依つて一面的に決定されるP型反転温度(T_0)の冷却速度(V_0)依存関係(T_0-V_0 関係)が、ソース中に混入する両性不純物の量に依つて大きく変化する事を知つて、これを利用して所望の多層構造半導体装置を得るようにした、新規な製造方法を提供するものである。

以下、本発明をその一実施例である(GaAs)A型材料とする多層構造半導体装置を製造する場合について詳述し、本発明を明らかにする。第1図は(GaAs)Aの成膜成長時に於けるP

型反転温度(T_0)の冷却速度(V_0)依存性(T_0-V_0 関係)を示す図である。この図を得るための成膜成長の初期条件としては、ソース中へのAの添加量0.1%、Pの成膜保持温度 $T_H=900^\circ\text{C}$ 、初期冷却速度 $V_{00}=3.3^\circ\text{C}/\text{分}$ とする。また半導体基板としてはP型GaAsを用いる。この時第1図より均質な様に該 T_0-V_0 関係は、温度及び冷却速度に關連して系統的に変化する部分Aと温度及び冷却速度に關係なく/方の半導体(P型)を取る部分Bの2領域にわかれる。

本発明者はさらに該第1図より明らかなを、 T_0-V_0 関係の部分Aがソース中への両性不純物B1の添加量に依存して大きく変化する事を明らかにした。即ちB1の添加量を減少させると、 T_0-V_0 関係の部分Aは図の右側(冷却速度 V_0 が大の方向)に平行移動する。この平行移動に依つて両性不純物であるB1がP型不純物として働く領域(冷却速度 V_0 が比較的小的領域)が拡大される。

特開昭49-11467 (3)

熱/図に示す反転温度曲線 (Tc-Vc 曲線) はこの曲線を境にして、冷却速度が大の領域ではB1はp型不純物として、冷却速度が小になる領域ではn型不純物として働く。この時、上述した如くGaAs半導体基板上に積層するソース中の、両性不純物としてのB1の量をかえり、Tc-Vc曲線の部分Aは図の如く変化するため、B1がp型不純物として働く程度及び冷却速度の領域が増加する。従つてpn接合を形成する時、形成位置の可能な範囲を相当広く取る事ができる。

例えばソース中へのB1の添加量が0.1wt%である場合のTc-Vc曲線①に於て、かなりの高域(850°C附近)でB1をp型不純物からp型不純物に反転させてpn接合を形成する為には、その冷却速度をかなり速く(0.1°C/分以下)する事が必要であるが、現在の温度制御装置ではこの様な冷却速度に制御する事は困難である。ところが本発明に従えばソース中に添加するB1の量を減少する事に依り、低温度でのpn接合

の形成が可能となる。即ち、ソース中のB1量を0.05wt%とすることによりTc-Vc曲線②が得られ、850°C附近に於ては其の冷却速度Vcを約0.3°C/分以下にする事に依り、pn接合が形成し得る。またソース中のB1量を0.02wt%にする時、Tc-Vc曲線③が得られ、従つてこの場合には約1°C以下の冷却速度Vcを境にしてp型を制御する事に依り、^{p/n}0°C近辺の温度でpn接合が形成される。

以上の如くして、従来の不可能であつた様な高域に於てもpn接合を形成する事が出来るため、任意の組成比を有する半導体装置が得られる。即ちその殆ど長さをかなりの範囲に亘つて任意に選択する事が可能である。また一般に、半導体装置の半導体装置を形成するに於てその位置制御の最も重要な冷却速度Vcの範囲にあるTc-Vc曲線を得るには、熱/図より明らかな如く、B1の添加量を0.03~0.05wt%程度に選ぶ事によつて可能である。さらにこの様に選り取られた半導体装置に於て、その発光出力は第3図に

示す如くB1の添加量によつて相違する。発光の相対出力を較べるのは図に示す如く、ソース中へのB1の添加量が0.03~0.05wt%である場合であつて、これは上述した4層構造半導体装置の制作を容易にするTc-Vc曲線を得るためのB1の添加量と等しい。

今、第3図(付)に上記の如き結果に立脚して、最も利便度のよい発光波長6500Åの光を発するpnpn構造の両性抵抗発光ダイオードの製作例としての、温度制御プログラムを示す。

この時ソース中へのB1の添加量は0.03~0.1wt% (発光出力を最大とする場合には0.05wt%とする。今n型GaAs基板を用い、第3図に示す如く炉温を900°Cまであげて基板上にソースを積層した後、冷却速度Vc=3.5°C/分を選んで、GaAlAsの成相エピタキシャル層を形成する。前記のソースはGaAs基板中にGaAsを溶解させ、さらにAlを0.1wt%添加したものである。従つてn型GaAs基板表面上にはp型のGaAlAs層が形成される。次に前/図の反転温度

T1を875°Cに達して炉温が低温度に達した時p型領域にある第3の冷却速度Vc1=0.1~0.5°C/分を選んで温度制御する。この時第1のpn接合が形成される。さらに第2反転温度T2を870°Cに及び再びp型領域にある第3の冷却速度Vc2=3.5°C/分~10°C/分を選んで温度制御する事に依り第2のpn接合が形成されてn型層が形成される。この後、第3の冷却速度Vc3で炉を再温すると、865°Cに於てTc-Vc曲線の部分Bを境として自然反転し、再びp型層が形成される(第3図付)。同、前/図(付)は第3図(付)に於て冷却速度の制御を、Tc-Vc曲線上に示した図である。該図から明らかな様に、炉温が865°C以下になるとどの様な冷却速度をもつても成長層はp型層となる。この様にして1回の反転成長に依り、4層構造の発光半導体装置が得られ、その発光波長も正確に6500Åに制御する事が出来る。尚、上述したのはGaAlAsについての説明例であるが、本発明は該材料に限定される事なく

特開昭49-11467 (4)

他の三元系Ⅲ-V族化合物半導体。例えばGaAs、P、GaInP等の半導体に容易に適用し得る事は勿論である。

以上詳述した如く本発明の製造方法に依れば、三元系のⅢ-V族化合物半導体に於て、かなり広い温度範囲に亘つてpn接合を形成する事が出来、そのため三元系化合物の組成比に依存するpn接合に於ける発光波長を制御する事が可能である。さらにこの様な制御はすべて再現性よく行い得るため、特性の一定した多数製造半導体装置を得やすく、大量生産に極めて適している。

図面の簡単な説明

第1図はpn接合温度の冷却速度依存性を示す図、第2図はソース中へのSi添加量と相対出力の関係を示す図、第3図(イ)は本発明の一例例に係る半導体装置製造方法の温度プログラムを示す図、第3図(ロ)は第3図(イ)の温度プログラムと、温度及び冷却速度の例として示した図である。

①、②、③は同じ不純物のpn接合温度の冷却速度依存性を示す図線である。

代理人 弁護士 福士 愛 幸

